

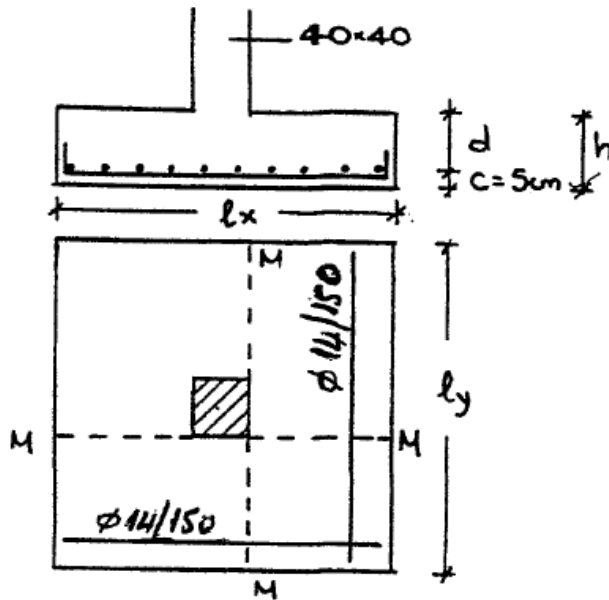


Κατασκευές Οπλισμένου Σκυροδέματος

- Εφαρμογή σε εύκαμπτο θεμέλιο

Δρ. Σπυρίδων Διαμαντόπουλος
Δεκέμβριος 2024

Εφαρμογή σε εύκαμπτο θεμέλιο



Υποσέλιγμα 400 x 400

$$G_K = 600 \text{ kN (αμρ. 1.β.)}$$

$$Q_K = 450 \text{ kN}$$

$$\sigma_{c,et} = 0.15 \text{ MPa}$$

$$C 30/37 \quad B 500C$$

1. Διαστάσεις πτεδίου

Η διαστασιολόγηση γίνεται συν. Ο.ΚΛ.

$$N_{Ed} = 1.0 G_K + 1.0 Q_K = 600 + 450 = 1050 \text{ kN}$$

$$A_c = \frac{N_{Ed}}{\sigma_{c,et}} = \frac{1050}{0.15 \times 10^3} = 7.00 \text{ m}^2$$

$$\text{Επιλογή } l_x = l_y = l = \sqrt{7.00} = 2.65 \text{ m} \approx 2.70 \text{ m}$$

$$\text{Επιλογή } h \text{ εύκαμπτου πτεδίου: } h < \frac{0.5(l-b)}{2} = \frac{0.5(2.70-0.40)}{2} = 0.575 \text{ m}$$

$$\therefore h = 0.45 \text{ m}$$

Εφαρμογή σε εύκαμπτο θεμέλιο

2. Σχεδιασμός έναντι κάμψης στην ΟΚΑ

ΕΠΙΚΕΣΥΨΕΙΣ $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 40 + 10 = 50 \text{ mm}$

$$d = h - c_{nom} - \phi = 450 - 50 - 16 = 384 \text{ mm} \approx 380 \text{ mm}$$

$$N_{Ed} = 1.35 G_k + 1.50 Q_k = 1.35 \times 600 + 1.50 \times 450 = 1485 \text{ kN}$$

$$\sigma_{Ed,d} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = \frac{1485.0}{2.70^2} = 203.7 \text{ kN/m}^2$$

Κρίσιμη διατομή για κάμψη η πλευρά των υποστυλώματων:

$$M_{Ed,xy} = \sigma_{Ed,d} \cdot l \cdot 0.5 \left(\frac{l-b}{2} \right)^2 = 203.7 \times \frac{(2.70 - 0.40)^2}{8} = 363.7 \text{ kNm}$$

$$\mu_{ds} = \frac{M_{Ed}}{b d^2 f_{cd}} = \frac{363.7}{2.70 \times 0.38^2 \times (0.85 \times 30000 / 1.50)} = 0.0549 \xrightarrow{\text{Νομοπ.}} \omega = 0.0567$$

$$A_{s1} = \omega b d \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.0567 \times 270 \times 38 \times \frac{0.85 \times 30 / 1.50}{500 / 1.15} = 22.75 \text{ cm}^2$$

$$\frac{A_s}{l} = \frac{22.75}{2.70} = 8.42 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \phi 14 / 150 (= 10.26 \text{ cm}^2/\text{m})$$

Εφαρμογή σε εύκαμπτο θεμέλιο

Έλεγχος ρηγμάτωσης (κυρίως λόγω φορτίων)

$$\sigma_s = \frac{f_{yk}}{1.15} \frac{G_k + \psi_2 Q_k}{1.35 G_k + 1.50 Q_k} = \frac{500}{1.15} \cdot \frac{600 + 0.30 \times 450}{1.35 \times 600 + 1.50 \times 450} = 215.2 \text{ MPa}$$

Για $w_k = 0.3 \text{ mm}$ πρώτος στάθμης $\phi_{max} = 16 \text{ mm}$ $\therefore$ ο.κ.

Έλεγχος ελάχιστου επιτρεπτού κάμματος

$$A_{s,min} = \frac{0.26 f_{ctm}}{f_{yk}} b d \geq 0.0013 b d$$
$$= \frac{0.26 \times 2.9}{500} \times 100 \times 38 = 5.73 \text{ cm}^2 \geq 0.0013 \times 100 \times 38 = 4.94 \text{ cm}^2$$

$$\therefore \frac{A_{s,min}}{b} = \frac{5.73 \text{ cm}^2}{1.00 \text{ m}} = 5.73 \text{ cm}^2/\text{m} < \text{επιλεγέν } \phi 14/150 (= 10.26 \text{ cm}^2/\text{m})$$

$$\rho_p = \frac{10.26}{100 \times 38} = 0.0027$$

$$\max s = \min(2h, 250 \text{ mm}) = \min(2 \times 450, 250) = 250 \text{ mm}.$$

Εφαρμογή σε εύκαμπτο θεμέλιο

3. Έλεγχος αντοχής σε διάτμηση

Κρίσιμη διατομή σε απόσταση d από παρὰ υποστυλίου:

$$V_{Ed, x=d} = \sigma_{ed} \cdot l [0.5(l-b) - d] = 203.7 \times 2.70 [0.5(2.70 - 0.40) - 0.38] = 423.5 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = \left[0.12 \kappa (100 \rho_f f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \right] b_w d = \left[0.12 \times 1.725 (100 \times 0.0027 \times 30)^{1/3} + 0 \right] 2700 \times 380 \times 10^{-3} \text{ kN}$$

$$\rho_f = \frac{10.26}{100 \times 38} = 0.0027 \leq 0.02 \quad = 426.5 \text{ kN}$$

$$\kappa = 1 + \sqrt{200/d} \leq 2.0$$

$$= 1 + \sqrt{200/380} = 1.725 < 2.0$$

$$(V_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = 0.035 \kappa^{3/2} f_{ck}^{1/2} b_w d = 0.035 \times (1.725)^{3/2} (30)^{1/2} \times 2700 \times 380 \times 10^{-3} \text{ kN}$$
$$= 445.8 \text{ kN}$$

$$\therefore V_{Rd,c} = \max(426.5, 445.8) = 445.8 \text{ kN} > V_{Ed, x=d} = 423.5 \text{ kN}$$

$\therefore \text{O.K.}$

Εφαρμογή σε εύκαμπτο θεμέλιο

4. Έλεγχος αντοχής σε διάτμηση

α) Έλεγχος αντοχής σε διάτμηση στην περίμετρο υποστυλίου

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_o \cdot d} = 1.0 \times \frac{1452.4 \times 10^{-3}}{1.60 \times 0.36} \\ = 2.39 \text{ MPa}$$

$$u_o = \text{περίμετρος υποστ/τος} \\ = 4 \times 0.40 = 1.60 \text{ m}$$

$$V_{Ed} = N_{Ed} - b_w b_y \sigma_{SE,d} = 1485.0 - 0.40^2 \times 203.7 = 1452.4 \text{ kN} \\ \beta = 1 \quad (\text{εσωτ. υποστ/μα})$$

$$v_{Rd,max} = 0.5 v f_{cd} = 0.5 \times \left[0.6 \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) \frac{f_{ck}}{1.50} \right] \\ = 0.5 \times 0.6 \times \left(1 - \frac{30}{250} \right) \frac{30}{1.50} = 5.28 \text{ MPa}$$

$$v_{Ed} = 2.39 \text{ MPa} < v_{Rd,max} = 5.28 \text{ MPa} \quad \therefore \text{O.K.}$$

Εφαρμογή σε εύκαμπτο θεμέλιο

β) Έλεγχος αντοχής σε διάτρηση στην βασική περίμετρο

Βασική περίμετρος έλεγχου u_1 σε απόσταση $2d$ από φορτιζόμενη επιφάνεια:

$$2d = 2 \times 380 = 760 \text{ mm}$$

$$u_1 = 4b + 2\pi(2d) = 4 \times 0.400 + 4\pi \times 0.38 = 6.375 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Επιφάνεια γύρω βασικής περιμέτρου } A_i &= b_x \cdot b_y + 2(b_x + b_y)2d + \pi(2d)^2 = \\ &= 0.400 \times 0.400 + 4(0.400 + 0.400) \times 0.380 + \pi 4(0.380)^2 = 3.191 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{Ed} = N_{Ed} - A_i \cdot \sigma_{Ed,i} = 1485 - 3.191 \times 203.7 = 835.0 \text{ kN}$$

$$v_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{u_1 d} = \frac{835.0 \times 10^{-3}}{6.375 \times 0.380} = 0.345 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} v_{Rd,c} &= 0.12 k (100 \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} \geq 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \\ &= 0.12 \times 1.725 \times (100 \times 0.0027 \times 30)^{1/3} \geq 0.035 \times 1.725^{3/2} \times 30^{1/2} \\ &= 0.416 \text{ MPa} \geq 0.435 \text{ MPa} \\ &= 0.435 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\therefore v_{Ed} = 0.345 \text{ MPa} < v_{Rd,c} = 0.435 \text{ MPa} \quad \therefore \text{O.K.}$$